

# COMPORTAMENT TÈRMIC DELS EDIFICIS. ESTUDI DE CAS EN UN EDIFICI A L'OSONA

**Bosch González, M.; Rodríguez Cantalapiedra, I.; Rosell Amigó, J.R.**

LABORATORI DE MATERIALS EPSEB  
laboratori.materials@upc.edu

Paraules clau: comportament tèrmic; limitació de la demanda; termografia

## RESUM

Les qüestions del comportament tèrmic dels edificis estan prenent, en els darrers anys, cada cop més importància degut a la sensibilització dins la professió de les necessitats energètiques dels edificis i l'exigència de la limitació de la demanda. El present document tracta d'un estudi de comportament tèrmic de dos edificis d'habitatges situats en una població de l'Osona, en els que s'havien detectat unes situacions de desconfort per part dels usuaris, i que estaven relacionades amb unes temperatures interiors als habitatges inferiors a les temperatures de referència.

Aquest document explica la sèrie de treballs realitzats per poder fer un dictamen en quant als possibles problemes tèrmics de l'edifici i per tant tracta des de la lectura de les solucions constructives de l'envolvent a l'eficiència dels sistemes de climatització instal·lats. Aquests treballs van consistir en:

- Un estudi previ dels edificis
- La inspecció amb diferents eines i aparells de mesura
- L'anàlisi dels resultats
- Les conclusions i recomanacions

En aquest cas l'entitat que realitzava l'encàrrec demanava que es plantegessin propostes d'intervenció per tal de pal·liar les deficiències detectades. Aquestes possibles solucions sempre s'han de proposar considerant diversos factors: els condicionants econòmics, les dificultats d'execució constructiva, l'assoliment dels estàndards de confort tèrmic i, evidentment, l'estalvi energètic que signifiquen.

Palabras clave: comportamiento térmico; limitación de la demanda; termografía

## **COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LOS EDIFICIOS. ESTUDIO DE CASO EN UN EDIFICIO EN OSONA**

Las cuestiones relacionadas con el comportamiento térmico de los edificios están adquiriendo, en los últimos años, cada vez más importancia debido a la sensibilización por parte de la profesión de las necesidades energéticas de los edificios y de las exigencias en cuanto a la limitación de la demanda. El presente documento trata de un estudio de comportamiento térmico de dos edificios de viviendas situados en una población de Osona, en los que se habían detectado, por parte de los usuarios, situaciones de desconfort que estaban relacionadas con unas temperaturas interiores en las viviendas inferiores a las temperaturas de referencia.

Este documento explica la serie de trabajos realizados para poder hacer un dictamen en cuanto a los posibles problemas térmicos del edificio y por tanto refleja desde la lectura de las soluciones constructivas de la envolvente a la eficiencia de los sistemas de climatización instalados. Los trabajos consistieron en:

- Un estudio previo de los edificios
- La inspección con diferentes instrumentos y aparatos de medida
- El análisis de los resultados
- Las conclusiones y recomendaciones

En este caso la entidad que realizaba el encargo pedía que se planteasen propuestas de intervención con tal de paliar las deficiencias detectadas. Estas posibles soluciones siempre se han de proponer considerando diversos factores: los condicionantes económicos, las dificultades de ejecución constructiva, el cumplimiento de los estándares de confort térmico y, evidentemente, el ahorro energético que significan.

Keywords: thermal performance; limitation of demand; thermograph

## **THERMAL PERFORMANCE OF BUILDINGS. CASE STUDY IN A BUILDING IN OSONA**

The questions of buildings' thermal behavior are obtaining in the last years increasingly importance, due to awareness within the profession of the energy needs of buildings and the requirement of limiting demand. The present document treats a study of thermal behavior of two residential buildings placed in a town of Osona, in which a few discomfort situations had been detected by the users, and they were related to indoor temperatures in homes lower than the temperatures of reference.

This document explains the series of works in order to make an opinion about possible thermal problems and therefore the building from the reading of the constructive solutions bound to the efficiency of heating systems installed. These works included:

- A previous study of the buildings
- The inspection with different instruments and devices of measure
- The analysis of the results
- The conclusions and recommendations

In this case, the entity that realized the order was asking offers of intervention to remedy the detected deficiencies. These possible solutions have always to be proposed considering diverse factors: economic constraints, the difficulties of constructive execution, the accomplishment of comfort thermal standards and, of course, the energetic saving it means.

## **1.- ANTECEDENTS**

El present estudi de comportament tèrmic es refereix a dos edificis d'habitatges situats en una població de l'Osona, amb data d'execució 2007, i promoguts per un organisme públic.

Els dos edificis aïllats, consten de planta baixa destinada a locals comercials, i dues plantes tipus amb dos i tres habitatges per planta, amb un total de 14 habitatges.

L'encàrrec d'aquest informe ve provocat per la detecció d'algunes situacions de desconfort per part dels usuaris, relacionades amb unes temperatures interiors als habitatges inferiors a les temperatures considerades de referència.

## **2.- DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS**

Per poder elaborar aquest informe va caldre fer una recollida d'informació que incloïa: dades relacionades amb l'arquitectura (orientacions, relacions buit/ple en façanes, compacitat de l'edifici, classificació climàtica del municipi, etc.), la lectura dels sistemes constructius (les diferents solucions pel que fa a façanes i cobertes, així com aquells detalls constructius necessaris per a la completa comprensió de l'envolvent), les dades dels sistemes energètics instal·lats (climatització i altres equips), i la gestió de l'edifici o els usos que rebien els diferents espais.

Durant una primera visita realitzada al març de 2008, es varen realitzar diferents mesuraments i anàlisis amb el maquinari adequat: imatges termogràfiques, cales en els paraments, recollida de temperatures exteriors i interiors en diferents moments i ubicacions, comprovació de temperatures superficials en els tancaments, etc. També es van verificar algunes dades de projecte per comprovar si l'edifici havia estat construït tal i com estava previst o si s'havien produït modificacions rellevants.

### 3.- INSPECCIÓ

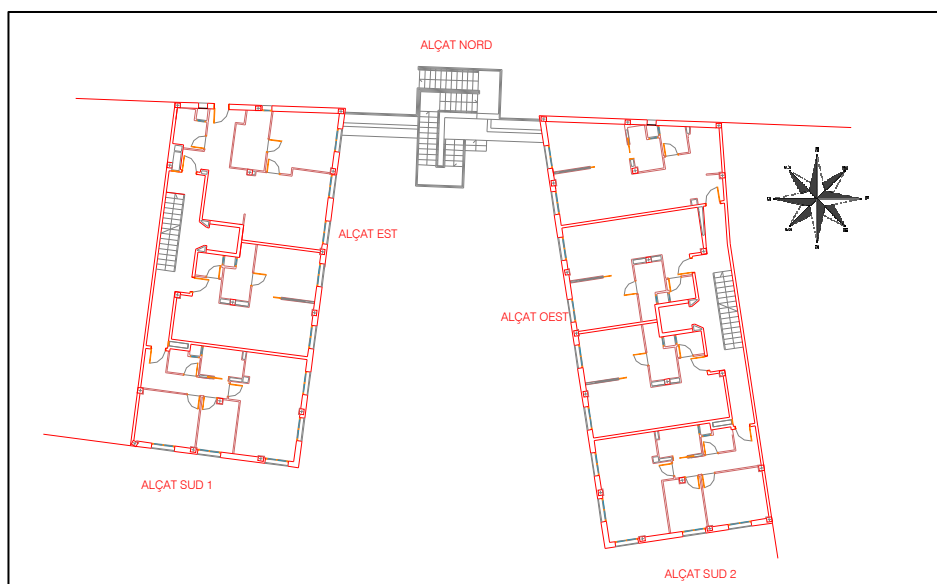
En el cas dels edificis en estudi, la informació disponible provenia de la pròpia promotora, que va facilitar els plànols de projecte i de construcció, la memòria constructiva i els detalls necessaris per a una completa comprensió arquitectònica.

La informació i la recollida de dades es va endreçar en quatre capítols:

- Dades arquitectòniques
- Dades constructives
- Dades dels sistemes
- Dades sobre l'ús i gestió de l'edifici.

#### Dades arquitectòniques:

Els edificis es troben en un municipi de la província de Barcelona, a 587 m d'altitud, i per tant considerat zona climàtica D1 segons l'actual Codi Tècnic de l'Edificació (CTE). Aquesta consideració significa que el municipi té uns registres de temperatures que a l'hivern poden arribar fins als -5 °C (veure *Gràfic 1* amb la taula de temperatures). En conseqüència, el rigor climàtic obligava a fer uns tancaments suficientment aïllats per garantir el confort tèrmic i una demanda energètica adequada.



**Figura 1. Plànol de planta amb l'orientació dels dos blocs d'habitatges.**

Com ja hem comentat, els edificis estan adossats a una cara i amb tancaments tradicionals en les tres restants. Es pot considerar que estem parlant d'edificis assentats, degut a la seva relació planta/altura, i porosos, ja que els tancaments són de fusteria d'alumini, practicables.

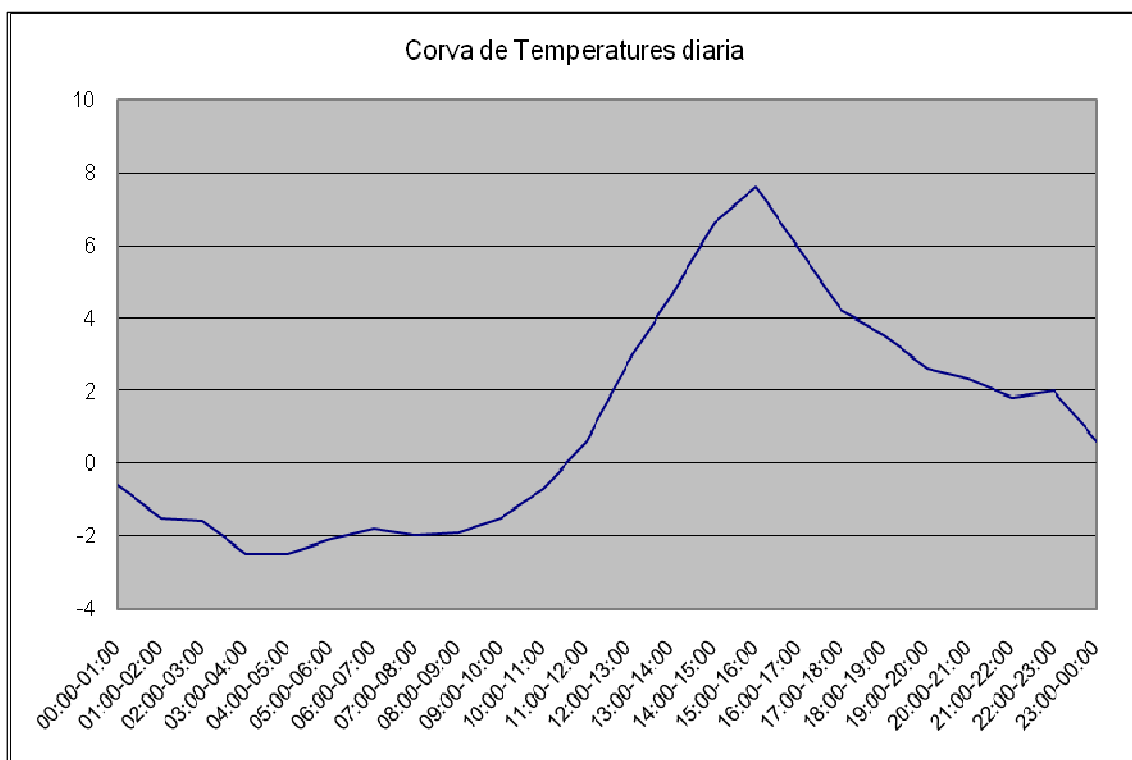
Les orientacions dels blocs es consideren:

Bloc Oest: 15 % de façana orientada a Nord, 34% a Est, 17% a Sud, i 33% a Oest.

Bloc Est: 19 % de façana orientada a Nord, 36% a Est, 13% a Sud, i 32% a Oest.

QUADRE DE SUPERFÍCIES I VOLUMS				
	Superfície construïda	Superfície útil		Volum habitable
Edifici Oest	534 m²	487 m²		1664 m³
Edifici Est	639 m²	594 m²		2058 m³
Percentatge de façana respecte les diferents orientacions				
	% Façana N	% Façana E	% Façana S	% Façana O
Edifici Oest	15	34	17	33
Edifici Est	19	36	13	30
Superfície construïda per orientacions				
	Façana N	Façana E	Façana S	Façana O
Edifici Oest	27 m²	195 m²	93 m²	100,6 m² (mitgera)
Edifici Est	10 m²	221 m² (mitgera)	92 m²	232 m²
Superfície de tancaments per orientacions				
	Façana N	Façana E	Façana S	Façana O
Edifici Oest	5 m²	75 m²	43 m²	(mitgera)
Edifici Est	0.84 m²	(mitgera)	24 m²	94 m²
Percentatge de buits respecte al total de la superfície de façana				
	% Façana N	% Façana E	% Façana S	% Façana O
Edifici Oest	18	49	27	0 (mitgera)
Edifici Est	3	0 (mitgera)	27	37

**Taula 1. Classificació i ordenació de les dades constructives dels edificis.**



**Gràfic 1. Dades de temperatures, des de l'estació meteorològica de referència, per a un dia tipus del mes de Febrer 2008. Font: Institut Meteorològic de Catalunya.**

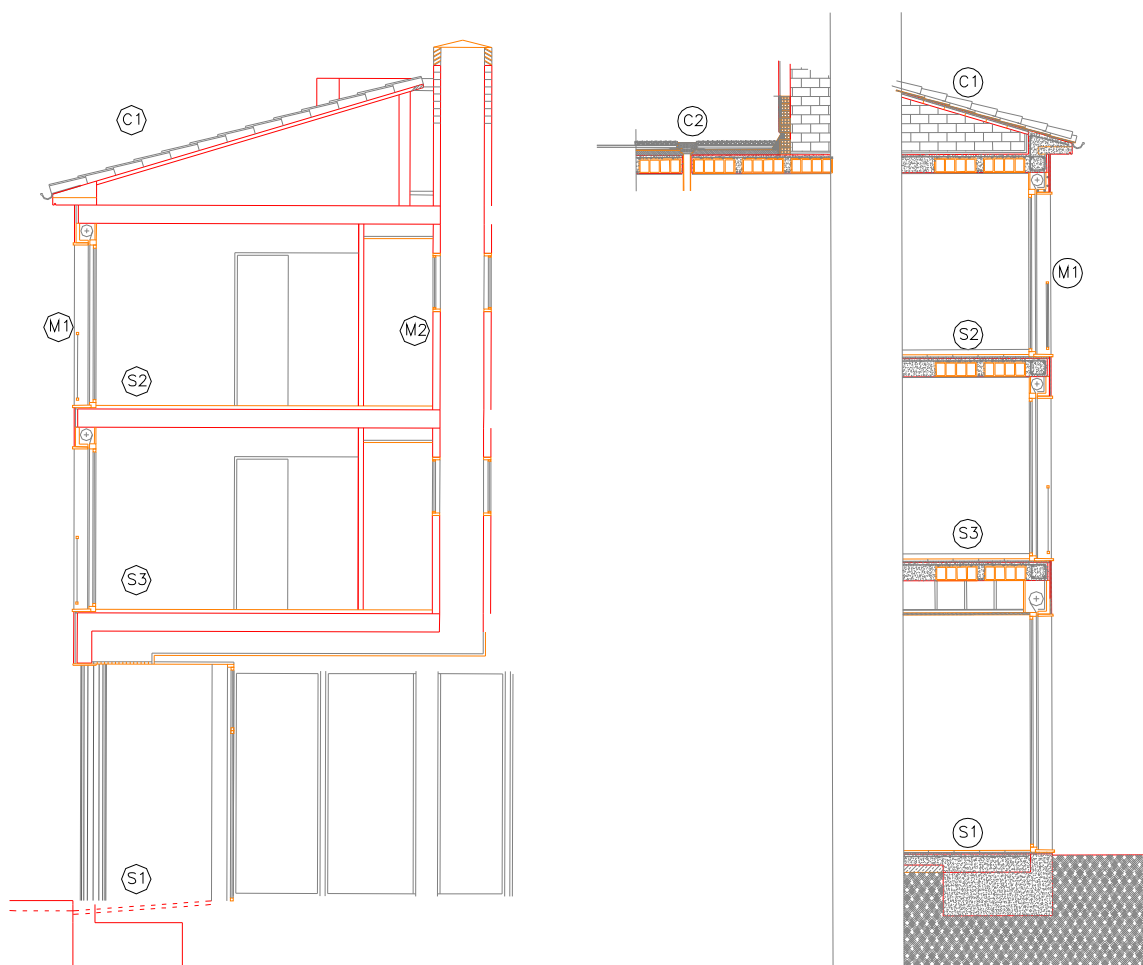
#### Dades constructives:

Segons consta en el projecte, els tancaments dels edificis estan resoltos amb tres solucions diferents per a façanes (façana amb tancaments practicables, mitgera, i mur de contenció en contacte amb el terreny) i dues solucions per a coberta: coberta plana transitable i coberta inclinada amb acabat de teula ceràmica.

Aquests tancaments s'han verificat en obra, a partir de l'execució de diverses cales, i s'ha avaluat el seu comportament en quant a transmitàncies tèrmiques a partir del programa de càlcul LIDER, vinculat al nou Codi Tècnic de l'Edificació. Som conscients que les exigències de la normativa actual són més restrictives que les vigents en el moment de la redacció d'aquest projecte d'habitatges, però serveixen per detectar els valors més disfuncionals.

Del total de l'envolvent de l'edifici s'han distingit els següents tancaments:

- M1 Murs exteriors (façanes)
- M2 Murs exteriors (en contacte amb espais ventilats o no habitats)
- T1 Murs en contacte amb el terreny
- S1 Sòls en contacte amb el terreny
- S2 Sòls interiors
- S3 Sòls en contacte amb l'exterior
- C1 Coberta inclinada
- C2 Coberta plana
- H Tancaments practicables



**Figura 2. Plànols de secció amb identificació dels diversos tancaments que conformen l'envoltent.**

EDIFICI OEST					
Codi	Tancament	m²	Paràmetre característic (1)	Transmitància tèrmica màxima Zona D (2)	Valors límit mitjos Zona D1 (3)
C1	Coberta inclinada	161	0.45 W/m² K	0.49 W/m² K	0.38 W/m² K
C2	Coberta plana en contacte amb l'exterior	52	0.48 W/m² K	0.49 W/m² K	0.38 W/m² K
C3	Coberta plana en contacte amb espai no habitable	148	0.48 W/m² K	0.49 W/m² K	0.38 W/m² K
M1	Mur amb contacte amb l'aire Orientació Nord	21	0.61 W/m² K	0.86 W/m² K	0.66 W/m² K
M1	Mur amb contacte amb l'aire Orientació Est	86	0.61 W/m² K	0.86 W/m² K	0.66 W/m² K
M1	Mur amb contacte amb l'aire Orientació Sud	56	0.61 W/m² K	0.86 W/m² K	0.66 W/m² K
M1	Mur amb Orientació Oest (mitgera)	100	0.61 W/m² K	1.00 W/m² K	1.00 W/m² K
M2	Mur en contacte amb espai no habitable	142	2.72 W/m² K	0.86 W/m² K	0.66 W/m² K



P1	Ponts tèrmics sostres, voltant forats >0.5 m², i caixa persiana >0.5 m²			0.86 W/m² K	0.66 W/m² K
H1	Forats Orientació Nord (4)	18%	3.54 W/m² K	3.5 W/m² K	2.9 W/m² K
H2	Forats Orientació Est (4)	49%	3.54 W/m² K	3.5 W/m² K	2.8 W/m² K
H3	Forats Orientació Sud (4)	27%	3.54 W/m² K	3.5 W/m² K	4.3 W/m² K
S1	Sòl en contacte amb el terreny	190	2.78 W/m² K	0.86 W/m² K	0.73 W/m² K
S2	Sòl en contacte amb espai no habitable	157	2.72 W/m² K	0.64 W/m² K	0.73 W/m² K
S3	Sòl en contacte amb l'aire exterior	33	0.49 W/m² K	0.64 W/m² K	0.73 W/m² K
T1	Murs en contacte amb el terreny	66		0.86 W/m² K	0.73 W/m² K

**Taula 2. Determinació dels paràmetres característics i les transmissibilitats tèrmiques per a l'edifici Oest.**

- (1) Definit per l'element de l'envoltant tèrmica realment executat, segons càlcul realitzat amb el programa LIDER
- (2) Transmissibilitat tèrmica màxima dels tancaments i particions interiors de l'envoltant tèrmica en Zona D
- (3) Valors límit dels paràmetres característics mitjos per a la Zona D1
- (4) Aquest valor correspon al tancament complet: 90% de vidre 3.3 W/m² K i 10% de fusteria 5.7 W/m² K

EDIFICI EST					
Codi	Tancament	m²	Paràmetre característic (1)	Transmissibilitat tèrmica màxima Zona D (2)	Valors límit mitjos Zona D1 (3)
C1	Coberta inclinada	205	0.45 W/m² K	0.49 W/m² K	0.38 W/m² K
C2	Coberta plana en contacte amb l'exterior	63	0.48 W/m² K	0.49 W/m² K	0.38 W/m² K
C3	Coberta plana en contacte amb espai no habitable	187	0.48 W/m² K	0.49 W/m² K	0.38 W/m² K
M1	Mur amb contacte amb l'aire Orientació Nord	9	0.61 W/m² K	0.86 W/m² K	0.66 W/m² K
M1	Mur Orientació Est (mitgera)	221	0.61 W/m² K	0.86 W/m² K	0.66 W/m² K
M1	Mur amb contacte amb l'aire Orientació Sud	55	0.61 W/m² K	0.86 W/m² K	0.66 W/m² K
M1	Mur amb contacte amb l'aire Orientació Oest	226	0.61 W/m² K	1.00 W/m² K	1.00 W/m² K
M2	Mur en contacte amb espai no habitable	167	2.72 W/m² K	0.86 W/m² K	0.66 W/m² K
P1	Ponts tèrmics sostres, voltant forats >0.5 m², i caixa persiana >0.5 m²			0.86 W/m² K	0.66 W/m² K
H	Forats Orientació Nord (4)	3%	3.54 W/m² K	3.5 W/m² K	4.4 W/m² K
H2	Forats Orientació Sud (4)	27%	3.54 W/m² K	3.5 W/m² K	4.3 W/m² K

H3	Forats Orientació Oest (4)	37%	3.54 W/m² K	3.5 W/m² K	3.0 W/m² K
S1	Sòl amb contacte amb el terreny	223	2.78 W/m² K	0.86 W/m² K	0.73 W/m² K
S2	Sòl en contacte amb espai no habitable	181	2.72 W/m² K	0.64 W/m² K	0.73 W/m² K
S3	Sòl en contacte amb l'aire exterior	45	0.49 W/m² K	0.64 W/m² K	0.73 W/m² K
T1	Murs en contacte amb el terreny	70		0.86 W/m² K	0.73 W/m² K

**Taula 3. Determinació dels paràmetres característics i les transmissàncies tèrmiques per a l'edifici Est.**

- (1) Definit per l'element de l'envoltant tèrmica realment executat, segons càlcul realitzat amb el programa LIDER
- (2) Transmissància tèrmica màxima dels tancaments i particions interiors de l'envoltant tèrmica en Zona D
- (3) Valors límit dels paràmetres característics mitjos per a la Zona D1
- (4) Aquest valor correspon al tancament complet: 90% de vidre 3.3 W/m² K i 10% de fusteria 5.7 W/m² K

**Figura 3. Fitxa format per al càlcul dels paràmetres característics de l'envoltant a partir del programa LIDER.**

### Dades dels sistemes:

El recurs energètic utilitzat per donar servei als edificis és l'electricitat. Cada habitatge disposa de 3 aparells de 1000 W i 2 de 750 W per a calefacció. També és elèctric

l'extractor de la cuina, la placa vitroceràmica, i els escalfadors d'aigua calenta sanitària amb acumulador individual.

Els comptadors dels habitatges, centralitzats a l'entrada de l'edifici, són monofàsics. Considerem que és una dada rellevant el fet que la facturació per als mesos desembre-gener, segons la factura mostrada per un dels veïns, s'havia elevat a un import superior als 350 €.

#### Dades sobre l'ús i la gestió de l'edifici.

Tot i que en un futur està previst que l'edifici estigui completament ocupat, la situació actual és que estan encara per llogar els locals comercials i, dels 14 habitatges construïts, encara en manquen alguns per adjudicar. Aquesta incidència significa que alguns dels tancaments interiors que separen diferents unitats d'ús estan tractats per a uns condicionants d'ocupació que no són els actuals. Aquest fet comporta disfuncions tèrmiques en l'edifici, ja que els habitatges de la primera planta es troben en contacte amb un espai no habitat (els locals comercials) i l'escalfor s'escapa per aquest element de l'envolvent.

Així mateix, la pròpia caixa d'escala presenta temperatures molt baixes (10 °C) encara que a l'exterior la temperatura ambient és de 21 °C (temperatures enregistrades el mes de març). Si es dona la circumstància que un habitatge està envoltat d'espais no calefactats (caixa d'escala, local comercial i habitatges no ocupats) l'esforç energètic que s'ha de produir per garantir el confort tèrmic és inassolible.

#### 4.- ANÀLISI DE DADES

S'ha centrat l'anàlisi del comportament tèrmic en un habitatge concret, ja que era el que mostrava més problemes de desconfort:

HABITATGE D, EDIFICI OEST, PLANTA SEGONA					
Estança	Superfície útil	Volum	Superfície finestra	Superfície caixa persiana	Climatització
Cuina-estar	25.18 m <sup>2</sup>	57.91 m <sup>3</sup>	5.19 m <sup>2</sup>	0.81 m <sup>2</sup>	2750 W
Dormitori	12.32 m <sup>2</sup>	28.33 m <sup>3</sup>	2.58 m <sup>2</sup>	0.40 m <sup>2</sup>	1000 W
Bany	5.82 m <sup>2</sup>	11.70 m <sup>3</sup>	0.9 m <sup>2</sup>	-	750 W

Taula 4. Dades de distribució de l'habitatge objecte d'estudi.

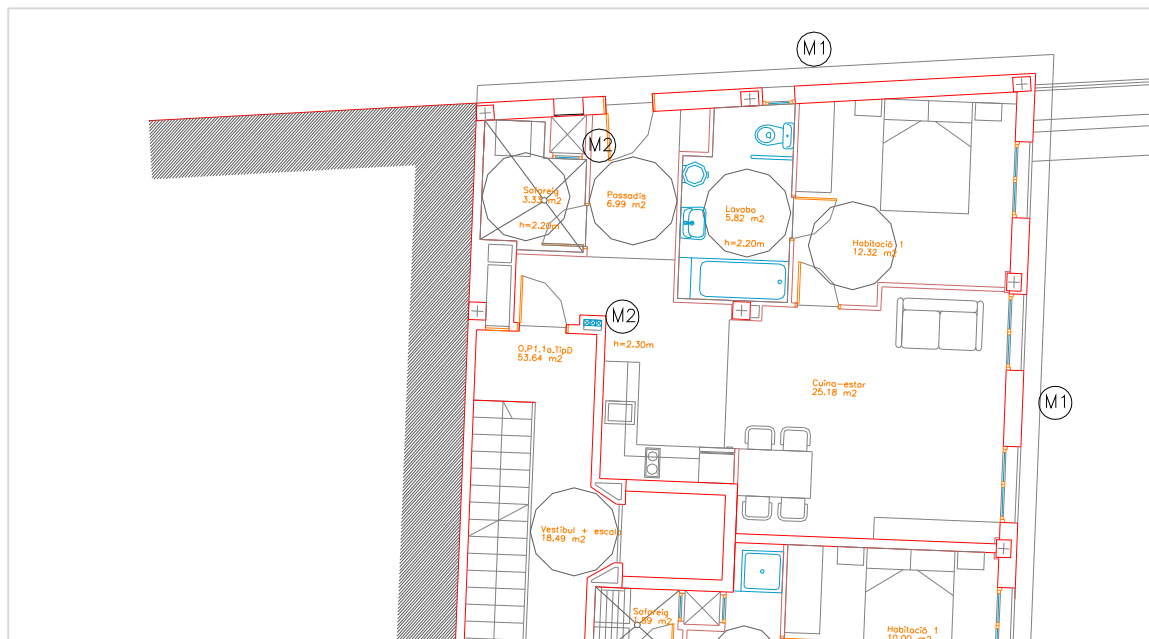


Figura 4. Plànol de planta, amb murs de tancament (M1) i murs en contacte amb espai no habitat (M2).

#### La pell de l'edifici:

La verificació in situ demostra que hi ha alguns punts de l'envolvent que estan mal resoltos: n'és un exemple clar la solució per a la caixa de persiana, que disposa d'un aïllament clarament insuficient, deixant l'envolvent amb un gruix escàs de 15 cm de paret de maó.



**Figura 5. Caixa de persiana sense aïllament. Segons el plànol de detall proporcionat, hauria d'haver una llinda ceràmica, amb 2 cm d'aïllament adherit al parament exterior.**



**Figura 6. La tapa de la caixa de persiana només té un aïllament de 3 mm de gruix.**

Un altre punt clarament insuficient és el de l'envolvent en la formació d'espais no habitables (patis de llums i ventilació, caixa d'escala, etc.). Aquestes parets, solucionades només amb una paret de maó ceràmic de 7.5 cm de gruix més l'arrebossat exterior i l'enguixat interior, tenen un paràmetre característic de

transmitància tèrmica M2 de  $2.72 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  quan el valor límit, segons el CTE és de  $0.86 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

També són solucions conflictives les donades als sostres en contacte amb el terreny o amb espais no habitables. Si bé no es va poder verificar en obra la secció constructiva de la llosa en contacte amb el terreny, a partir dels detalls constructius facilitats, es va poder considerar que el paràmetre característic de transmitància tèrmica d'aquest element T1 era de  $2.78 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , essent el valor màxim admissible segons la normativa actual de  $0.86 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Així mateix, el sostre en contacte amb espais no habitats (els locals comercials fins a que no estiguin llogats) també proporcionava un paràmetre característic de transmitància tèrmica S2 de  $2.72 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , clarament insuficient si es compara amb el valor límit mig per a la zona D1 de  $0.73 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .



**Figura 7. Sostre reticular de formigó en planta baixa que separa l'habitatge dels locals comercials. El fals sostre no disposa d'aïllament per la qual cosa el fred de l'espai no habitat puja als habitatges.**

Algunes d'aquestes circumstàncies queden reflectides en les següents imatges termogràfiques realitzades durant la visita als edificis. Val a dir que aquestes imatges precisen d'una interpretació acurada, tenint en compte que l'aire interposat entre la càmera i el parament que es fotografia incideix en el registre termogràfic, o que els paraments en plans no perpendiculars a la càmera també poden mostrar registres poc fiables. Tot i així, amb les termografies preses al mes de març, amb unes temperatures ambientals no massa favorables, es van poder comprovar les següents incidències:



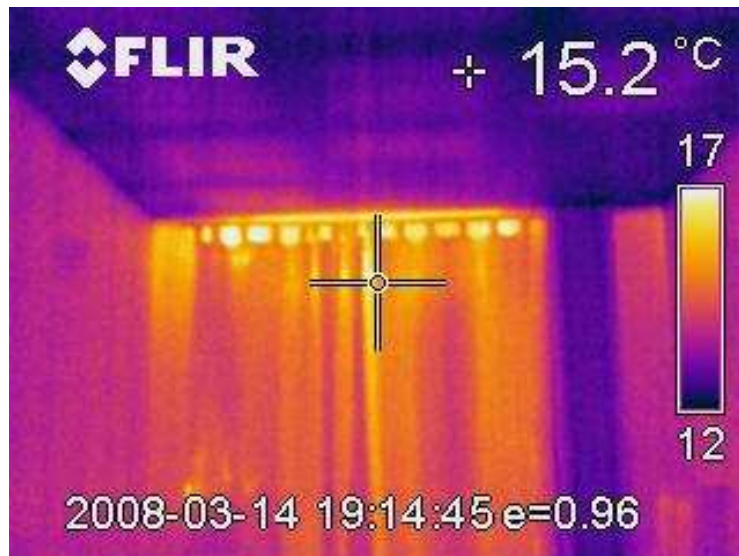


Figura 8. Imatge captada amb càmera termogràfica. A partir de l'escala de color es pot comprovar que el sostre a l'interior de l'habitatge es mantenia fred, que en els nervis de formigó així com en el massissat del capítell encara es registraven temperatures més baixes, i que el pilar de façana també estava fred.

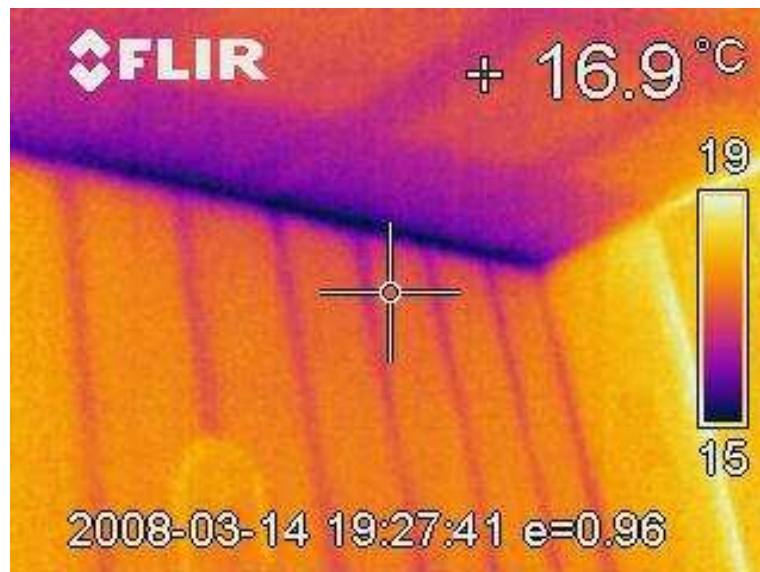
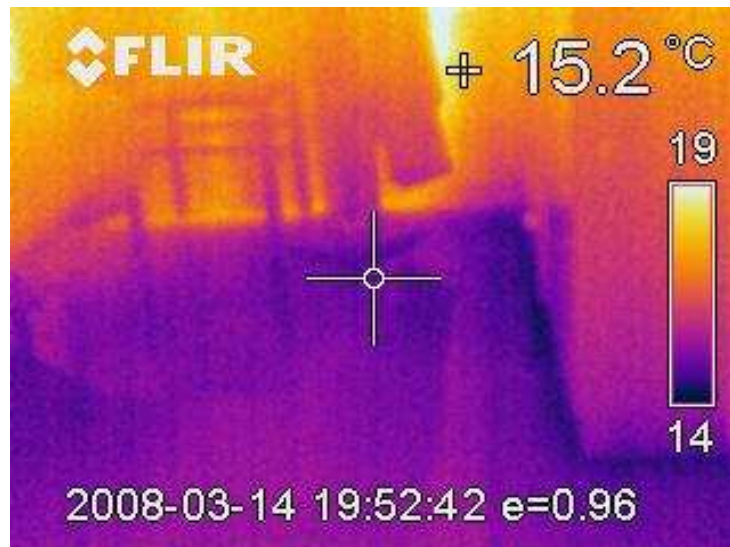
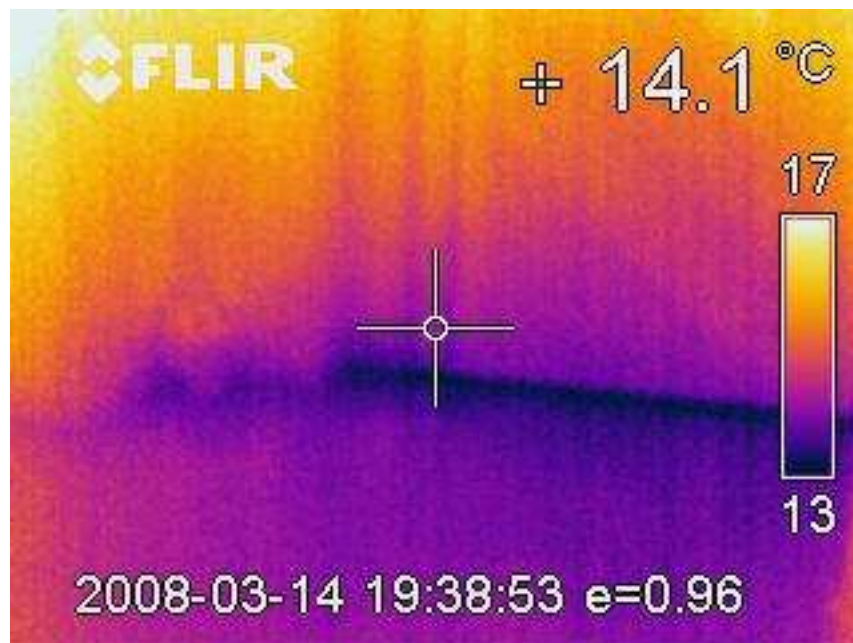


Figura 9. També es podia observar, a partir de la interpretació de les imatges termogràfiques, com el sostre "fred" d'una estança no calefactada entrava a l'interior de l'espai habitat.



**Figura 10.** El mateix s'observava en el sostre de Planta Primera, amb una temperatura encara més baixa en el racó format pel paviment i la paret en contacte amb l'espai no habitat (caixa d'escala).



**Figura 11.** L'estanquitat de la porta d'entrada als habitatges era insuficient i permetia l'entrada d'aire fred des de la caixa d'escala a l'interior dels habitatges.

Finalment, pel que fa als tancament practicables, segons la memòria i els plànols de projecte hauria de ser una fusteria d'alumini anoditzat amb trencament de pont tèrmic, un vidre Climalit 6-4-6, i premarc d'acer galvanitzat. Aquesta solució no es corresponia amb la realment executada, i el mal comportament tèrmic d'aquests tancaments practicables incidia directament en la problemàtica existent.



## El rendiment dels sistemes

Analitzant la demanda energètica de l'espai "estar-cuina" de l'habitatge D de planta segona, i considerant que la temperatura mínima mitja el mes de gener és de  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , i la temperatura mitjana d'un dia del mes de gener és de  $4.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (dades obtingudes del Servei Meteorològic de Catalunya):

Es calcula la demanda energètica a partir de l'intercanvi entre espais amb diferents temperatures:

	Area $\text{m}^2$	U $\text{W}/\text{m}^2\text{ K}$	A*U $\text{W}/\text{K}$	Orientació
Mur exterior	3.89	0.61	2.37	O
Forat	5.19	3.54	18.37	O
Caixa persiana	0.81	3.05	2.47	O
Mur no habitable	25.18	2.72	68.49	E
Sota coberta	25.18	0.48	12.08	-
Sostre	25.18	2.72	68.38	-

**Taula 5. Resultats dels càlculs de demanda energètica per a climatització**

Les pèrdues energètiques màximes per l'envolvent en contacte amb l'exterior (coberta i façana oest) són  $1028.22\text{ W}$ ; les pèrdues pel mur en contacte amb espai no habitable (caixa d'escala) són de  $1027.34\text{ W}$  i la suma d'ambdós valors és de  $2055.57\text{ W}$ .

Per altra banda, les pèrdues per renovació d'aire, suposades a partir de la fusteria existent, són de  $1312.3\text{ W}$ , considerant 1.5 renovacions/hora.

Els sistemes de climatització han de fer un esforç energètic per mantenir unes temperatures de confort (en els moments de temperatura exterior mínima) de  $3.37\text{ KW}$ . En la sala-estar hi ha instal·lades dues plaques de  $1000\text{ W}$  i una altra de  $750\text{ W}$  per a calefacció. Les necessitats energètiques reals superen en més de  $500\text{ W}$  la capacitat calorífica d'aquests elements, sense aplicar les pèrdues relacionades pels rendiments dels aparells.

És un fet que en aquests habitatges es passa fred i les raons poden ser: o bé el dimensionat dels aparells de climatització és insuficient per proporcionar l'escalfor necessària, o bé es produeix una pèrdua de calor pels tancaments de l'edifici. Donat que s'ha instal·lat  $2750\text{ W}$  per una sala-estar de  $26\text{ m}^2$ , es pot considerar que el dimensionat és prou ajustat i per tant, el problema està en que l'escalfor s'escapa pels paraments, tant horitzontals com verticals.

## 5.- CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

De la informació facilitada per la propietat, de l'obtinguda a partir de l'encàrrec, dels càlculs i de les proves realitzades, es poden extreure les següents conclusions endreçades en 3 grups:

- Diagnòstic de l'envoltant de l'edifici: estat actual dels tancaments verticals, les cobertes, els sostres, etc. respecte els valors de referència.
- Diagnòstic sobre els sistemes: estat actual dels sistemes que l'edifici disposa per poder atendre la demanda energètica (climatització, enllumenat, equipaments, etc.).
- Diagnòstic sobre l'ús dels espais i la gestió dels recursos energètics: manteniment, control dels sistemes, ocupació, etc. de l'edifici.

### Conclusions respecte l'envoltant de l'edifici:

Tot i que l'edifici està construït amb uns estàndards de qualitat habituals, està clar que aquest són insuficients per garantir el confort tèrmic de l'edifici. Proposem actuar en els següents elements:

- Façanes nord: millorar l'aïllament tèrmic en aquest testers, ja que són els que no estan exposat als sol en tot el dia i per tant mantenen unes temperatures excessivament baixes durant l'hivern.
- Substituir les tapes del corró de persiana per unes amb millor aïllament i col·locar l'aïllament que especificava el projecte.
- Col·locar aïllament provisional als sostres de planta baixa (sobre els locals comercials) fins que aquests siguin ocupats, per tal de garantir una transmissió més acord amb les exigències d'habitabilitat.
- Millorar el comportament tèrmic d'aquelles parets en contacte amb espais no habitables, tenint en compte les condicions climàtiques del municipi.
- La principal deficiència es centra en l'escassa capacitat d'aïllament tèrmic de les fusteries, de l'ordre de 4 vegades la transmissió tèrmica de la paret. Per tant, s'ha d'insistir en cercar una solució de fusteria, en conjunt, amb millor comportament tèrmic.

### Conclusions en relació als sistemes:

- Augmentar els mòduls dels aparells de calefacció, tot i que és una mesura antieconòmica i que és contrària als objectius d'estalvi energètic.

### **Conclusions en relació a l'ús i la gestió dels recursos energètics:**

- Instal·lació d'un sistema de captació solar per a aigua calenta sanitària que redueixi els consums elèctrics per a aquest ús.
- Fer un estudi de viabilitat per substituir el sistema de calefacció elèctric per l'ús d'un recurs molt més eficient i amb menys emissions associades com pot ser el gas.
- Aïllar els locals comercials pel sostre en contacte amb els espais habitats fins que estiguin ocupats.

Aquests treballs es van realitzar el maig del 2008.

### **BIBLIOGRAFIA**

"DB HE: Ahorro de Energía". Código Técnico de la Edificación (BOE 28/03/2006). Ministerio de la Vivienda.

"Programa LIDER: Limitació de la demanda Energètica". Ministerio de la Vivienda e IDAE.

### **ADVERTIMENT**

Aquest document s'ha redactat amb un objectiu docent. Tot i que les dades que es mostren provenen d'un Informe elaborat pel Laboratori de Materials de l'EPSEB, s'ha omès tota aquella informació que pugui vulnerar les exigències per part dels implicats en quant a la protecció de dades.

### **AGRAÏMENTS**

Volem agrair als propietaris i als professionals responsables del projecte la seva col·laboració per a la realització d'aquest treball.

Aquest document s'ha realitzat a partir de les Ajudes a docència de l'Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona, i amb l'estreta col·laboració de Javier Carriba Quintela, estudiant becat pel centre.

Barcelona març 2010